



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	北海道の海岸における漂砂の方向について
Author(s)	太井子, 宏和; TAISHI, Hirokazu
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 31, 21-32
Issue Date	1974-07-05
DOI	https://doi.org/10.14943/gbhu.31.21
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/14037
Type	departmental bulletin paper
File Information	31_p21-32.pdf



北海道の海岸における漂砂の方向について

太井子宏和

北海道大学理学部地球物理学教室
(昭和48年12月7日受理)

Direction of Longshore Drift on the Coastal Regions in Hokkaido

By Hirokazu TAISHI

Department of Geophysics, Faculty of Science, Hokkaido University
(Received December 7, 1973)

Along the coastal area of Uchiura Bay, the direction of river mouth deflection was determined from *in situ* features and the direction of longshore drift was deduced independently from the grain size analysis of sand in the area. It was found that both directions showed good agreement.

Assuming such an agreement, the direction of longshore drift were estimated from the direction of river mouth deflection in other coastal area in Hokkaido, using 1/50,000-scale topographical maps.

The direction of the drift was compared with the direction of ocean current near coasts and also with the direction of longshore-component obtained from the statistical wind analysis. As a result, it was found that the drift direction did not necessarily agree with the current direction but well agreed with the result from wind data, which suggests that the direction of longshore drift is related to the predominant direction of wind and the exposure of coastline.

I. はじめに

現在まで北海道海岸における漂砂およびそれに関連する研究は、海岸工学的見地から、数多く行なわれてきた。これらの研究は、主として実測に基づいて、ある場所におけるある期間の漂砂の運動が、海洋的・気象的要素との関連で議論されているものが多い。

筆者はこれらの研究を参考にしながら、全道的規模で漂砂の方向を把握しようとした。

一般に河口では、河川の流出方向が漂砂によって曲げられ、河口は漂砂の方向に偏した形になる。また、単調な海岸では河口の偏りの方向が比較的良好に揃っている。そこで、この地形的特徴に注目して、北海道の全海岸で5万分の1地形図を読み取ることによって、河口の向きを決め、それから長期間にわたる漂砂の卓越する方向を推定しようとした。さらに、近海流や

風の資料を用いて、推定した漂砂の方向との関係を議論した。

II. 内浦湾海岸の野外調査

この調査は、河口の方向が実際の漂砂の方向に等しいかどうかを確かめるために行なったものである。

河口の偏りの方向は、現地ですく調べることによって求め、実際の漂砂の方向は、河口兩岸の汀線付近で採取した砂の粒径分析の結果から推定した。この漂砂を推定する方法は、河川

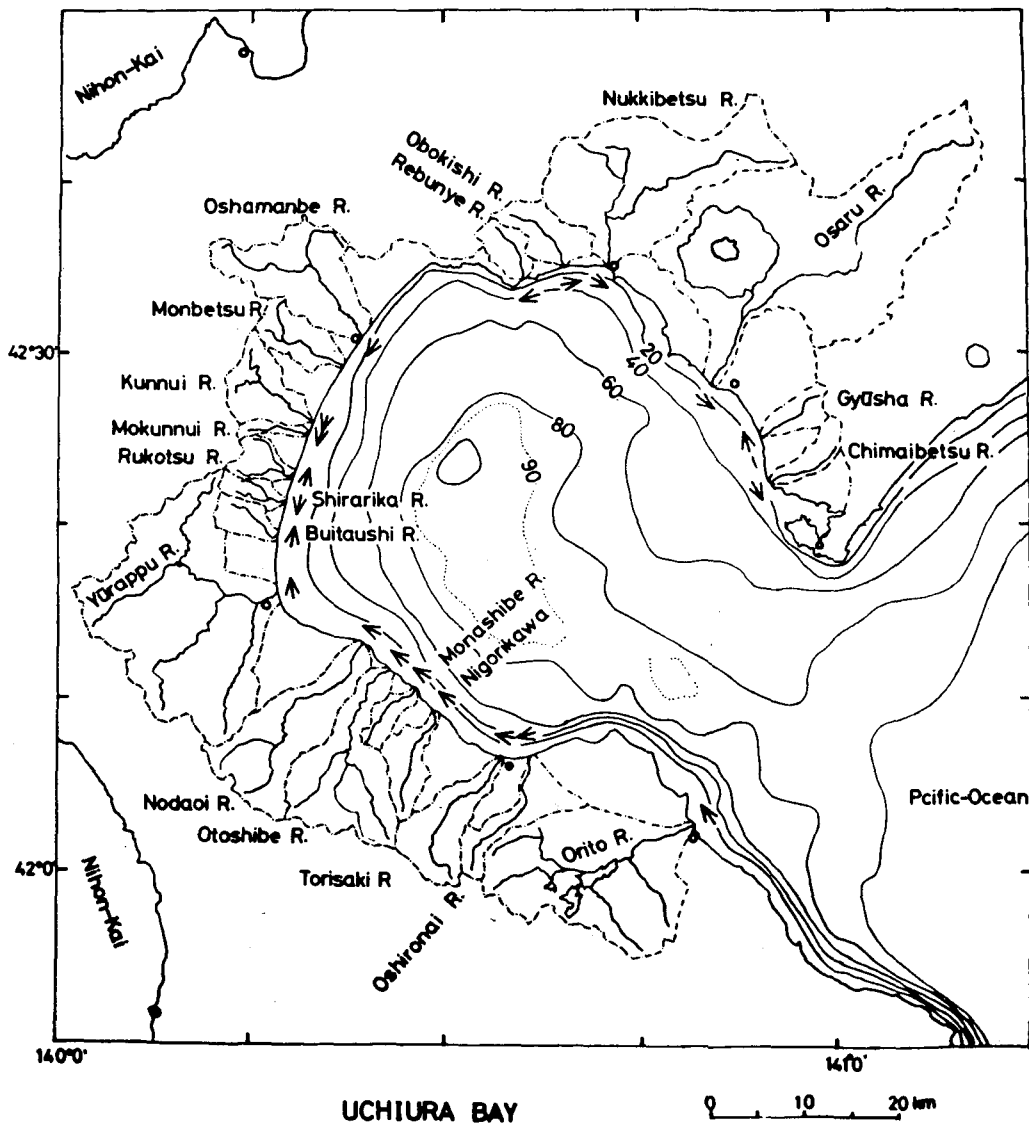


Fig. 1. Map of Uchiura Bay and its environment. An isobath is cited from Otani *et al.* (1970), and contour is 20 m.

から流出する粒径が大きく、淘汰の悪い土砂が河口の一方の側に流されて海岸に堆積し、その結果が海岸の砂の粒径分布に現われるという予測に基づいている。

調査期間は、1972年8月27～31日（折戸川河口～ユーラップ川河口、国縫河口、長万部川河口）と同年10月28日～11月2日（ブイタウン川河口～茂国縫川河口、礼文華川河口～千舞竜川河口）である。

1. 河口の偏りの方向

Fig. 1 は内浦湾とその周辺部の地図である。同湾は半径約 26 km のほぼ円に近い形をしており、湾周の約 6 分の 1 に相当する部分が東南部で太平洋に開口している。

現地調査による河口の向きは、矢印で示した通り、折戸川からコーラップ川までは、すべて左岸*に向かい、ブイタウン川からルコツ川の間は左右交錯し、茂国縫川～長万部川は右向き、そして礼文華川から千舞竜川までは概ね左に向かっている。なお、これらの方向は別に 5 万分の 1 地形図で読み取った河口の方向と、すべての河川で一致した。

この結果から、内浦湾海岸の河口の偏りの支配的な方向は左向きであるとした。なお、ブイタウン川～長万部川間の海岸は、内浦湾海岸の中で特殊な場所であると考えられる。

2. 粒径分析の結果

粒径分析はふるい分け法で行ない、資料は 70～110 g、ふるい時間は 10 分間、ふるいの間隔は 0.5～1.0 φ であった。平均値 (M_ϕ) と淘汰度 (σ_ϕ) は、INMAN (1952) の計算式

$$M_\phi = (P_{16} + P_{84})/2,$$

$$\sigma_\phi = (P_{84} - P_{16})/2$$

によって求めた。P₁₆、P₈₄ は、累加曲線で累加頻度がそれぞれ 16%、84% での φ の値である。

まず、長流川河口の両岸から採取した砂の粒径分析の例について述べる。

長流川は、湾東部の伊達市で湾に注ぎ、内浦湾の中で最大の流域面積 (486 km²) をもつ河川である。海岸での砂の採取は、河口から左へ、5, 20, 40, 70, 100, 150, 200 m, 右へ 300, 400, 500, 1,000 m の地点で行なった。

Fig. 2 の上図は、平均値 (M_ϕ) と淘汰度 (σ_ϕ) との関係を示している。この M_ϕ

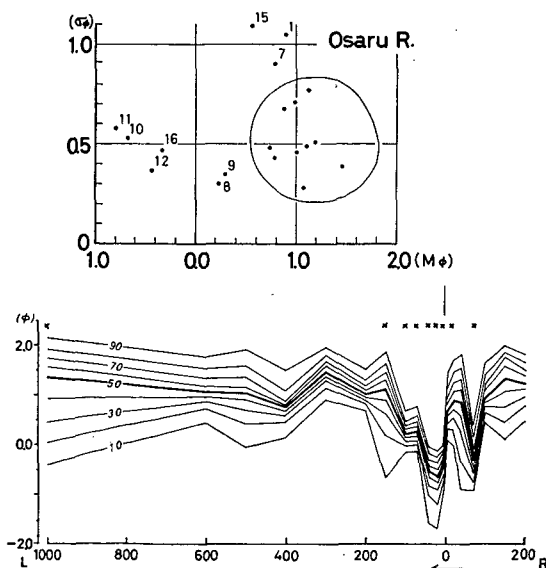


Fig. 2. Result of grain-size analysis of sand sampled in the mouth area of the Osaru River. In the lower diagram, arrow shows the deflected direction of the river mouth.

* 左・右の区別は、すべて陸側から海に向かって見た場合とする。

(あるいは中央値, Md_{ϕ}) に対して σ_{ϕ} をとる方法は、奈須ほか (1959) などによって示されたように、堆積物の供給源を判定するのに用いられる方法の一つである。

さて、上記の図では、閉曲線に囲まれた部分が比較的同じ性質を示すと考えられる砂で、これは海岸営力による不断の淘汰作用の結果であり、これに反して曲線外の砂は、河川からの土砂流入などが加わって、砂の粒径分布が乱されたためであると考えられる。

Fig. 2 の下図は、同じサンプルで 10% 間隔毎にとった粒径ダイアグラムである。閉曲線外の砂の採取地点は、河口の左岸に集中している (図中×印)。さらに、河口左岸では粒径が大きくなっている。これらのことから判断して、長流川河口では河川から流出した粒径の大きな物質が左岸に流されて堆積していると推定される。なお、長流川河口の向きは左向きで、ここで推定された漂砂の方向と一致した。

Fig. 3, 4 に、それぞれ貫気別川河口と長万部川・国縫川河口の粒径分析の例を示す。これら 3 河川では、推定した漂砂の方向はすべて左向きであったが、河口の方向は長万部川・国縫川では逆向きであった。これを筆者は次の様に解釈した。

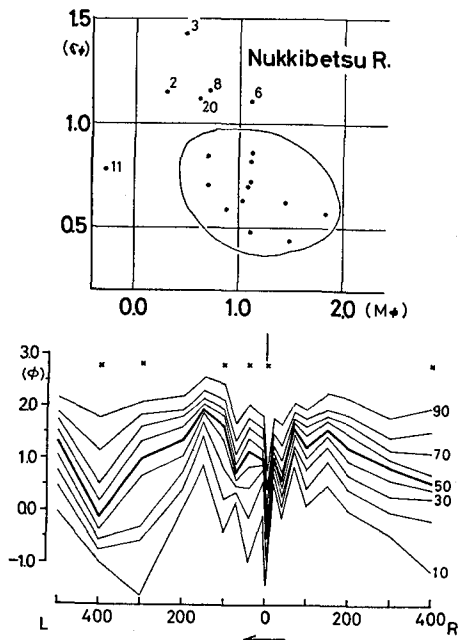


Fig. 3. Result of grain-size analysis of sand sampled in the mouth area of the Nuk kibetsu River.

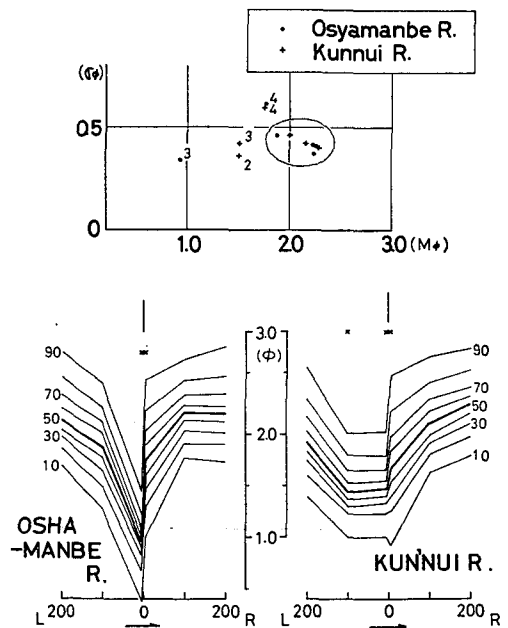


Fig. 4. Result of grain-size analysis of sand sampled in the mouth areas of the Oshamanbe and the Kun'nui River.

これらの河口が属する海岸は、河口の偏りの方向が特殊な方向を示した場所であり、地形的には外海からの波の浸入方向に対して、ほぼ直角な向きの海岸線を持ち、内浦湾の湾奥部に位置している。このために、この海岸において河口の方向を支配するのは、漂砂の方向よりはむしろ外海から入射する波の作用であると考えられる。

ユーラップ川から折戸川までは、砂の採取数が少なかったので、10% 間隔にとった粒径ダイヤグラムだけを作製し、それから漂砂の方向を推定した。この解析例を Fig. 5 に示した。この図では、河口の左岸で粒径が大きくなっていることから判断して、漂砂の方向は左向きとした。

以上の粒径分解の結果をまとめると、15 河川のうち、12 河川の河口で漂砂の方向は左向きとなり、3 河川ではその方向が推定できなかった (Table 1)。これらの3 河川については、Table 1 から明らかな通り、これらの河川は流域面積が最少の部類に属している。このために、これらの河川の流出土砂量は、粒径分析の結果に影響が出る程度には多くなかったためであると考えられる。

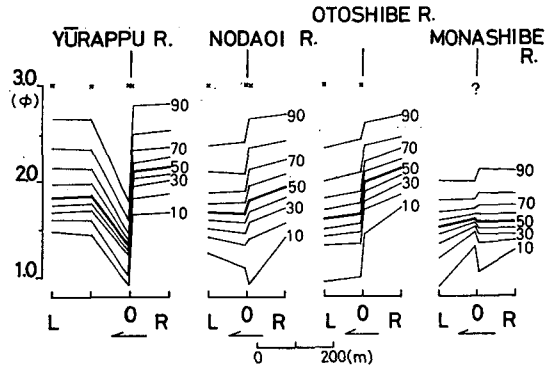


Fig. 5. Result of grain-size analysis of sand sampled in the mouth areas of the Yurappu, the Nokaoui, the Otoshibe, and the Monahibe River.

Table 1. Result of field-work along the Uchiura Bay Coast.

River	Catchment area (km ²)	Direction of river	Direction of sand drift	Remarks
Gyusha R.	20.4	R	?	Analysis from $M_{\phi}-\sigma_{\phi}$ diagram and grain-size distribution diagram. Field-work during Oct. 28-Nov. 2 in 1972.
Osaru R.	486.0	L	L	
Nukhibetsu R.	38.3	L	L	
Oshamanbe R.	124.0	R	L	
Kun'nui R.	61.6	R	L	
Mokun'nui R.	8.6	R	?	
Rukotsu R.	20.0	L	L	
Yurappu R.	347.2	L	L	Analysis from grain-size distribution diagram. Field-work during Aug. 27-31 in 1972.
Nodaoi R.	122.2	L	L	
Otoshibe R.	127.4	L	L	
Monashibe R.	14.4	L	?	
Nigorikawa	36.2	L	L	
Torisaki R.	67.4	L	L	
Oshironai R.	45.8	L	L	
Orito R.	238.0	L	L	

以上の結果から、内浦湾における漂砂の方向は左向きとした。この方向は前に得た河口の偏りの卓越方向と一致した。

III. 北海道海岸における河口の偏り(漂砂)の方向

筆者は内浦湾海岸の野外調査で明らかになった、河口の偏りの卓越方向が漂砂の方向に一致するという結論が、道内の他の海岸にもあてはまると考え、河口の偏りの方向を調べることによって各海岸における漂砂の方向を推定した。

個々の河口の偏りの方向は、国土地理院発行の5万分の1地形図*から読み取った。読み取りの基準として、流域面積100 km²以下の河川は除去した。また、オホーツク海に注ぐ河川の河口では、大きな砂州が海岸に沿って発達しているが、先端の流出部では逆に向いている場合が多くある。これは、河口閉塞の結果と考えられ、河口の偏りの方向は、大きい砂州の方向をとった。

読み取りの実例として、Fig. 6に十勝川河口と湧別川河口の例を示す。十勝川の河口は左側に偏っている例であり、湧別川河口は、オホーツク海岸特有の河口閉塞の根跡を残しており、右側に偏っている例である。

地図から読み取った北海道海岸の河口の方向は、Fig. 7に小さな矢印で示した。筆者は図で示したA~Kの各海岸において、河口の偏りの卓越する方向を決め、それを漂砂の方向とした(図中、長い矢印で示した)。

道北西部の海岸では、天塩川河口を境にして漂砂の方向は逆転する。天塩海岸(A)は、天塩川河口から判断して、漂砂の方向を左向きとした。留萌海岸(B)では、漂砂は右向きである(河口の向きはすべて右向き)。石狩海岸(C)は、石狩川河口から判断して漂砂は右向きとした。

岩内(D)、江差(E)の各海岸では、漂砂の方向を左向きとした。なお、これらの海岸は比較的小さな湾入部の海岸である。

太平洋に臨む海岸では、襟裳岬を境にして、漂砂の方向は逆向きになる。根室・日高海岸

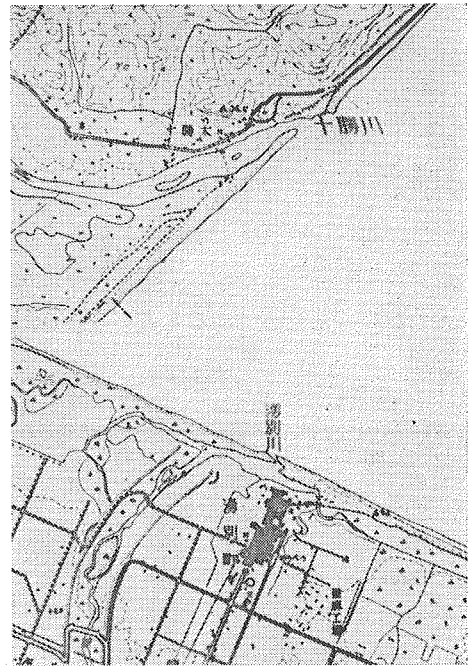


Fig. 6. Maps of the mouth areas the Tokachi River (the upper) and the Yubetsu River (the lower).

* 地図の発行年度は、中部日高の三石町から道東を経て留萌西南方の雄冬岬に至る海岸では、昭和31~35年発行(昭和27~31年測量, 昭和22~23年8~11月空中写真併用), 石狩湾~余市西方の海岸では、昭和31~35年発行(大正5~7年測量, 昭和28年修正測量, 昭和22年空中写真併用), それから寿都に至る海岸では、昭和22~32年発行(大正6年測量), さらに函館を経て中部日高三石町に至る海岸では、昭和21~33年発行(大正4~8年測量, 昭和20~23年空中写真併用)である。

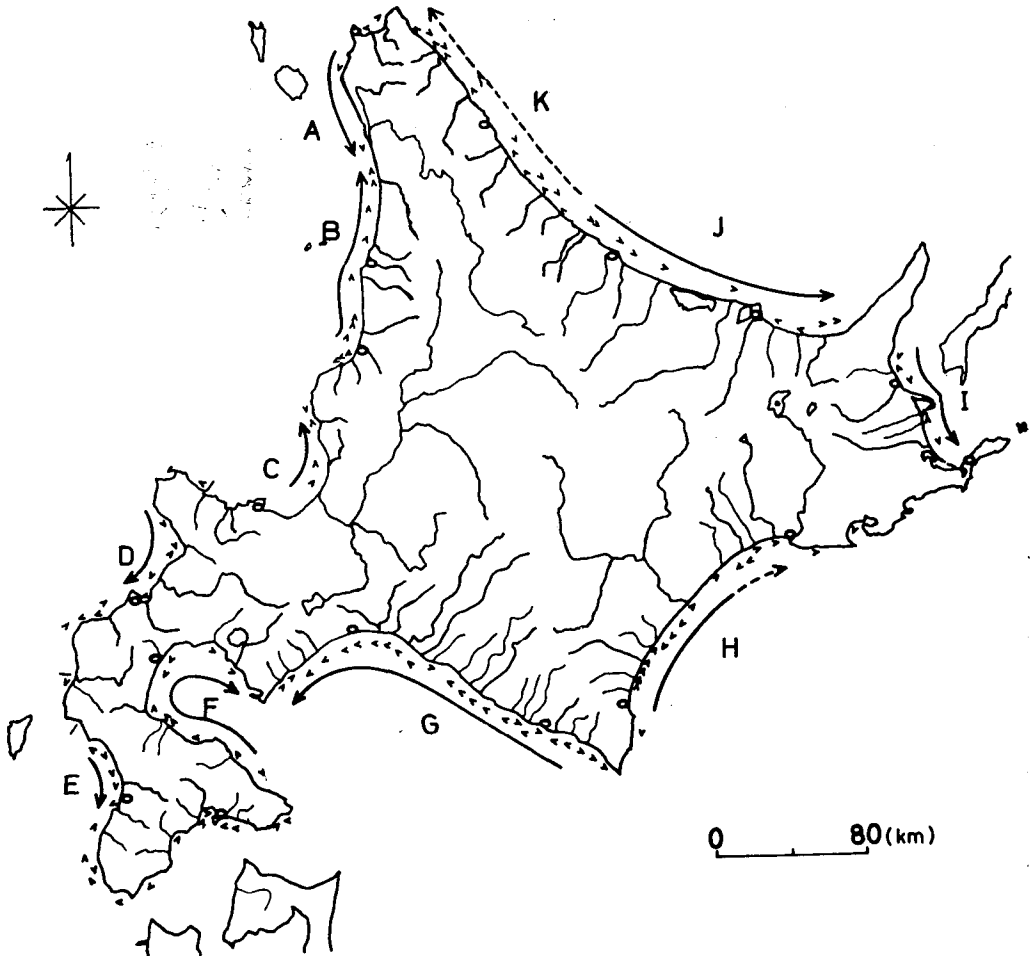


Fig. 7. Map of the deflected direction of each river mouth and the predominant direction among them (the direction of longshore drift) within each coastal area. The name of coastal areas; (A) Teshio, (B) Rumoi, (C) Ishikari, (D) Iwanai, (E) Esashi, (F) Uchiura-Bay, (G) Iburi-Hidaka, (H) Tokachi, (I) Shibetsu, (J) Southern Ohotsk, and (K) Northern Ohotsk.

(G), 十勝海岸 (H) の漂砂の方向は、それぞれ右、左向きとした。なお前者の海岸では、比較的河口が右によく揃ったが、後者の海岸の北部では、河口の向きが左右交錯する様になる (图中、破線で示した)。

オホーツク海岸では、雄武付近を境にして漂砂の方向は逆転する。南部海岸 (J) では漂砂の方向は右向き (河口は比較的良好揃う)、南部海岸 (K) では左向き (河口の向きは左右交錯するが、左向きがやや多い。图中破線で示す) とした。

標津海岸 (I) では漂砂の方向は右向きとし、内浦湾海岸 (F) では野外調査で確かめた通り、漂砂は左向きであった。

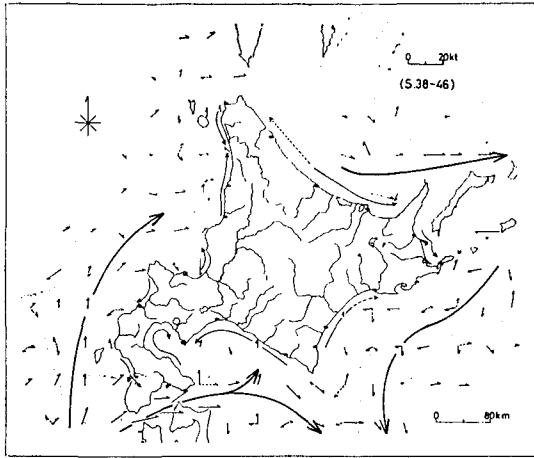


Fig. 8. Map of ocean current near the coast in Hokkaido, 1963-1971.

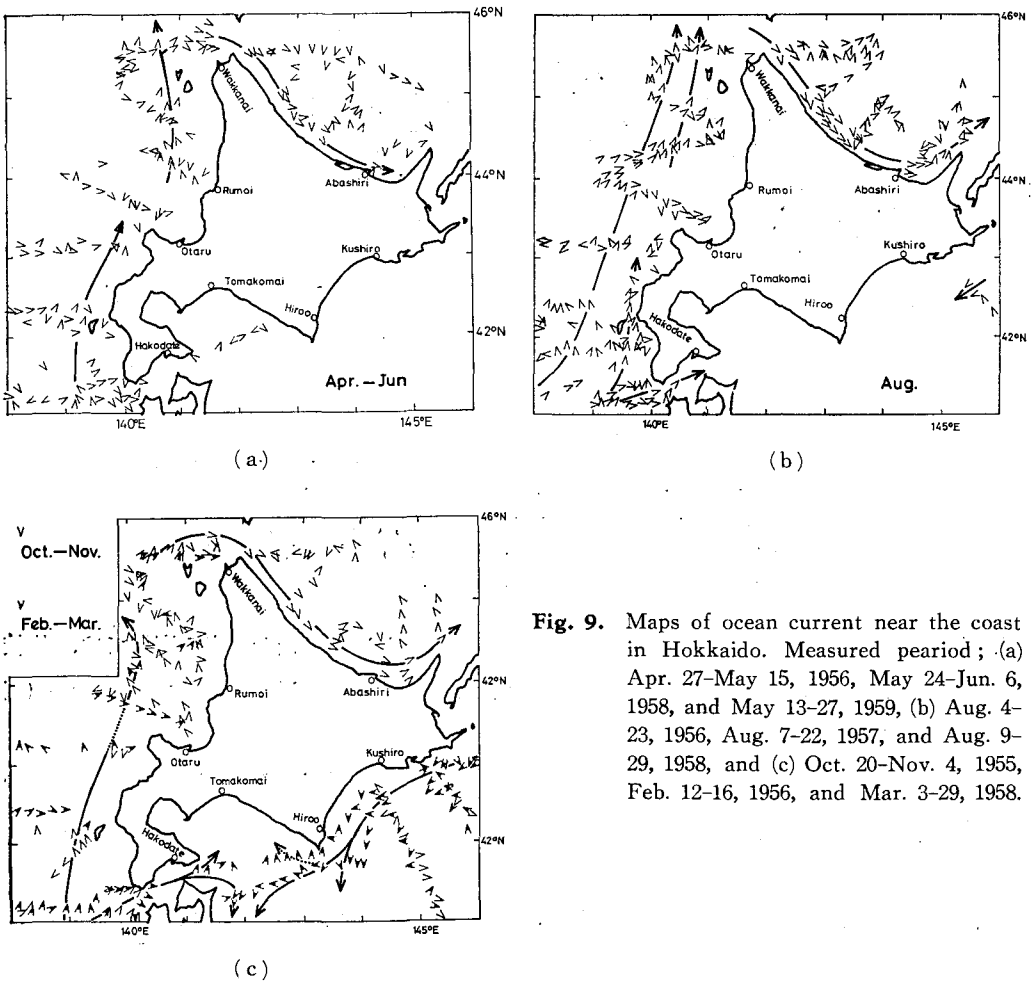


Fig. 9. Maps of ocean current near the coast in Hokkaido. Measured period; (a) Apr. 27-May 15, 1956, May 24-Jun. 6, 1958, and May 13-27, 1959, (b) Aug. 4-23, 1956, Aug. 7-22, 1957, and Aug. 9-29, 1958, and (c) Oct. 20-Nov. 4, 1955, Feb. 12-16, 1956, and Mar. 3-29, 1958.

IV. 漂砂の方向と近海流および風との比較

1. 近海流との比較

北海道近海において、表面海流の観測資料から類推した近海流の方向が、今得られた漂砂の方向と直接的あるいは間接的に関係があるか否かを、両者を比較することによって検討する。

Fig. 8 は、昭和 38~46 年の観測資料* を用い、北海道近海を経度、緯度でそれぞれ 0.5° 毎に区切り、各メッシュ毎で流速を荷重した方向別頻分布を作り、最も頻度の高い方向と強さをベクトルにして表わした年間の海流図である。

Fig. 9 は昭和 30~34 年の観測資料** の流向だけを、すべての観測点でプロットした海流図である。観測された期間は (a) 4~6 月、(b) 8 月、(c) 10~11 月・2~3 月である。

Fig. 8, 9 の海流面から類推される近海流の卓越方向は (図中、長い矢印で示した)、渡島半島西岸沖で北上流、津軽海峡で東に向かう流れ、十勝沖で南下流、オホーツク沿岸で南下流である。なお、これらの近海流の方向は、第一管区海上保安本部水路部 (1954) の近海流の方向とほぼ等しいことが確かめられた。

Fig. 8, 9 で類推した近海流の方向と、漂砂の方向とを比較した結果、両者の方向が一致したのは、オホーツク南部海岸だけで、岩内、江差、十勝、オホーツク北部の各海岸では、両者の方向は互いに逆向きであった。このことは近海流の方向は、漂砂の方向に直接関係していないと考えられる。

2. 風の海岸線に沿う成分の卓越方向との比較

漂砂の直接の任い手である並岸流あるいは沿岸流の方向は、風によって誘起される波の方向に支配されると考えられる。そこで筆者は、風の向き及び速度の統計資料を解析して、間接的に漂砂の方向との関連づけを試みた。

解析に用いた風の統計資料は、道内の海岸に近い 16 カ所の観測点における、1953~1959 年の 7 年間 (ただし紋別は 1 カ年、広尾は 2 カ年) の風向・風速の資料である (気象庁, 1960)。

海岸線は Fig. 10 に示した様に、いくつかの直線で近似した。この直線の区間毎に海側の風のみについて、直線に沿う成分の大きさを月別に計算し、それを年間集計して正味の方向と強さを求めた。ただし、オホーツク海岸では冬の海面結氷期間は、概ね 1 月中旬から 4 月初旬になっているので、2, 3 月の風は除外し、1, 4 月の風は 0.5 の荷重をかけて使用した。

海岸線に対して斜め方向から吹いてくる風の成分は、BRETSCHNEIDER (1968) に従って、風速に $\sqrt{\cos \varphi}$ を乗じた (ただし、 φ は風の入射方向と海岸線の向きとの間の角度)。なお、各海岸の風は最寄りの観測点の風向・風速の値を用いた。

* 第一管区海上保安本部発行「海洋概報」、函館海洋气象台発行「海洋速報」の、表面海流の G.E.K. による観測資料。

** 第一管区海上保安本部発行「海洋速報」の、表面流の G.E.K. による観測資料。

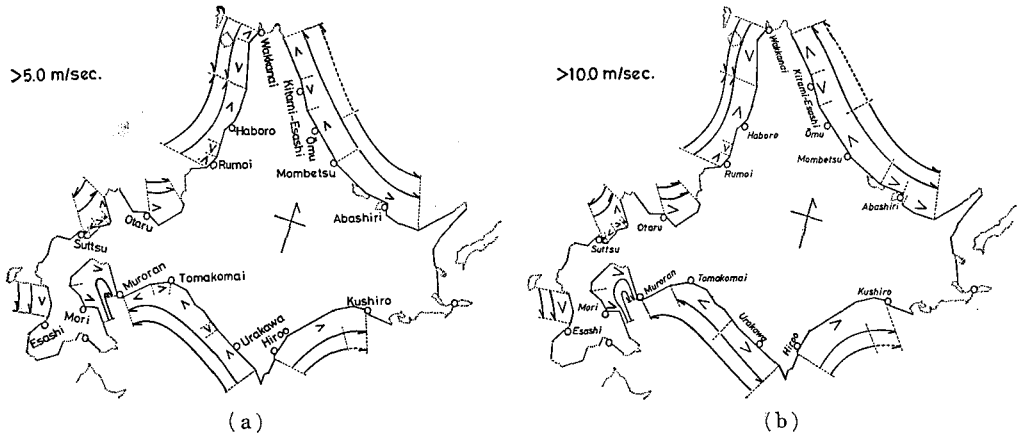


Fig. 10. Result of the comparison of the direction of longshore drift with the predominant direction obtained by analyzing the statistical data of wind, when using (a) more than 5 m/sec and (b) more than 10 m/sec in wind velocity. Data was daily observed at 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, and 21 hr. at 16 meteorological observatories showed in this figure.

続いて A~K の各海岸の中で、直線区間の成分の大きさと直線の長との積を加算し、その値を全海岸線の長さで除することによって、各海岸における海岸線に沿う成分の正味の方向と、単位長当りの強さを求めた。この正味の方向を、各海岸における風の海岸線に沿う成分の卓越方向とした。

Fig. 10 は上記の方法によって求めた、各海岸における卓越方向を風速 10 m/sec 以上と 5 m/sec 以上の風について表わした図である。内側の長い矢印がその方向で、外側の矢印は漂砂の方向である。それぞれ (a), (b) の図において、風から決めた方向と漂砂の方向とを比較すると、胆振・日高海岸やオホーツク海岸で明らかな通り、5 m/sec 以上の風の方が、両者の方向はよく一致する。なお、0 m/sec 以上の風についても、同様にして漂砂の方向と比較したが、5 m/sec 以上の風よりも一致が悪かった。このことから、漂砂の方向に影響を与える風速の最少限度の値が 5 m/sec であると考えられる。

Fig. 10 (a) で、5 m/sec 以上の風を使って求めた風の海岸線に沿う成分の卓越方向と、漂砂の方向を比較した結果、岩内海岸で両者の方向が逆向きになり、また、オホーツク海岸の南北の境界がわずかに南下するが、その他の海岸では両者の方向は非常によく一致した。特にオホーツク海岸や、天塩・留萌海岸で、漂砂の方向が逆転するパターンまで一致するのは興味深い結果である。

この結果から風によって誘起される波の方向によって、並岸流・沿岸流の方向が支配されており、それによって漂砂の方向が決まるという過程が暗示されていると考えられる。

さらに、海岸線方向成分の単位当りの強さは、オホーツク北部海岸が最小で、これを 1 とした各海岸での相対値は、岩内・江差の海岸が大きく、19~22 の値となり、その他の海岸では、

Table 2. Result of the direction of longshore drift, the predominant direction of ocean current near the coast, and the direction and the intensity obtained by analyzing the statistical data of wind, respectively within each coastal area in Hokkaido.

Coast	Direction of longshore drift	Predominant direction of current	Wind	
			Direction	Intensity
Teshio	L		L	2.5
Rumoi	R		R	4.7
Ishikari	R		R	6.5
Iwanai	L	R	R	19
Esashi	L	R	L	22
Uchiura-Bay	L		L	2.9
Hidaka	R		R	3.0
Tokachi	L	R	L	4.7
Shibetsu	R			
Southern Ohotsk	R	R	R	7.0
Northern Ohotsk	L	R	L	1.0

2.5~7.0である (Table 2). この値は、海岸の地質条件や地形的条件、さらに漂砂物質の供給量を別にすれば、漂砂量の大小に関係があると考えられる。

例えばオホーツク海岸では、南・北部海岸で漂砂の方向が逆転し、また、河口の方向は南部ではよく揃っていたが、北部ではあまり揃っていなかった。この差は上記の数値に現われており、南部の値は北部のそのの数倍であった。

V. ま と め

これまでに得られた結果をまとめると次の様になる。

1) 内浦湾野外調査の結果、現地で調べた河口の偏りの方向と5万分の1地形図で読み取った河口の方向とが一致した。河口兩岸で採取した砂の粒径分析の結果から推定した漂砂の方向は、河口の偏りの卓越方向と一致することが確かめられた。

2) 地形図で読み取ることによって決められた河口の偏りの方向から、その卓越する方向、すなわち漂砂の方向が北海道の各海岸で得られた。

3) 漂砂の方向と近海流の方向とを比較した結果、ほとんど一致せず両者の間には直接的な関係がなかった。

4) 漂砂の方向と風速5 m/sec以上の風の海岸線に沿う成分とを比較した結果、ほとんどの海岸で両者の方向が一致した。これは風の方向と海岸線の向きから並岸流、沿岸流の方向が決められ、それによって漂砂が起こされるという過程を暗示しているように思われる。

最後にこの研究に対して有益な助言と議論をしていただいた藤木忠美助教授、終始得指導をして下さった中尾欣四郎教授、及び陸水学講座の皆様^助に厚く感謝いたします。

文 献

- BRETSCHNEIDER, C. L., 1968. On wind tides and longshore currents over the continental shelf due to winds blowing at an angle to the coast. *Mitt. Inst. Meeresk. Univ. Hamburg*, **10**, 96-128.
- 第一管区海上保安本部水路部, 1954. 管内沿岸の海象及び近海の海流図. 業務参考資料, 1-45.
- INMAN, D. L., 1952. Measurements for describing the size distribution of sediments. *Jour. Sed. Petrology*, **22**, 3, 125-145.
- 気象庁, 1960. 北海道の風の統計資料. 気象庁観測技術資料, **16**, 13-35.
- 奈須紀幸・飯島 東, 1959. 海洋堆積物とその供給源について. 東海村海岸調査報告書 (第1報), 186-227.
- 大谷清隆・秋葉芳雄, 1970. 噴火湾の海況変動の研究 (I). 北大水産彙報, **20**, 4, 303-312.